

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-305831

(43)Date of publication of application : 28.10.2003

(51)Int.Cl.

B41J 2/01
// G01G 3/16
G01G 17/00

(21)Application number : 2002-112536

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 15.04.2002

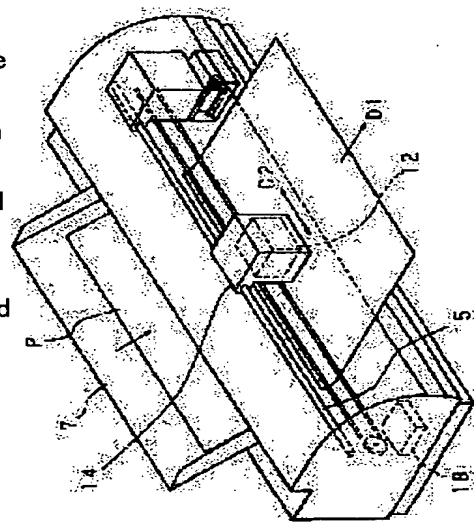
(72)Inventor : UMETANI YOSHINOBU
ISHII HIROSHI

(54) INKJET PRINTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inkjet printer capable of precisely measuring a mass of an ink by using a quartz-crystal oscillator micro balance method (QCM) superior in a mass detection sensitivity.

SOLUTION: An ink drop volume detector 18 provided at one end of a portion outside an image region has an AT cut quartz-crystal oscillator constituted by depositing an Al electrode to both faces of a quartz plate. The ink ejected from a recording head mounted on a carriage 14 is adhered to the quartz-crystal oscillator. The variation of a resonance frequency generated on the quartz-crystal oscillator along with the adherence of the ink is detected, and then the mass of the ink ejected from the recording head 12 is measured based on the detected result.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The ink jet printer characterized by having a detection means to detect change of the resonance frequency produced in said vibrator when ink adheres to the vibrator which adheres to the ink which blew off from said head in the ink jet printer equipped with the head which spouts ink, and this vibrating vibrator.

[Claim 2] The ink to which said trembler adheres is an ink jet printer according to claim 1 characterized by being two or more drops.

[Claim 3] Vibration of said vibrator is an ink jet printer according to claim 1 or 2 characterized by being vibration accompanying the oscillation with fundamental frequency.

[Claim 4] Vibration of said trembler is an ink jet printer according to claim 1 or 2 characterized by being vibration accompanying an overtone oscillation.

[Claim 5] An ink jet printer given in any of claims 1-4 characterized by having the dividing means which carries out dividing of the resonance frequency in said vibrator they are.

[Claim 6] The near field where it adheres to the ink of said vibrator is an ink jet printer given in any of claims 1-5 characterized by being covered with the insulating film they are.

[Claim 7] An ink jet printer given in any of claims 1-6 characterized by arranging said trembler horizontally they are.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the ink jet printer which measures the amount of the ink which blows off from a recording head especially about the ink jet printer which forms an image on print media in the ink spouted from a recording head with high precision.

[0002]

[Description of the Prior Art] The ink jet printer has various advantages, such as low cost, a high quality

of printed character, and color printing capacity, and has spread also through ordinary homes widely with the spread not only of office but personal computers. In this ink jet printer, the printing image is formed by making the ink which blows off from the nozzle of a recording head controllable according to the command electronically transmitted to a recording head adhere on print media.

[0003] In order to realize printing with high quality, it is necessary to make the ink of a constant rate always blow off from the nozzle of this recording head at the time of printing. However, since this nozzle serves as detailed aperture, dust etc. is got blocked in a nozzle, ink may not be spouted at all or it may blow off an inaccurate quantity of an ink droplet. In order to prevent such fault, the sensor which detects the flight condition of an ink droplet is formed, or impact sensors, such as optical, a piezo-electric formula, an electrostatic formula, etc. which measures the pressure of an ink droplet, are formed, and he determines the ink jet capacity of a recording head, and is trying to prepare the print mask which controls the amount of ink according to the capacity in JP,2001-105586,A.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, if according to the technique of the above-mentioned official report it is an optical sensor in case ink jet capacity is determined, it is necessary to print a test pattern on print media, and will lead to waste of print media. Moreover, a S/N ratio worsens and the sensor of electrostatic and a piezo-electric formula has the problem that the amount of ink cannot be measured with a sufficient precision, in order to measure the pressure of an ink droplet with a very feeble signal.

[0005] the quartz-resonator micro balance (it abbreviates to QCM (Quartz Crystal Microbalance) hereafter) in which this invention is made in view of this situation, and mass detection sensitivity is very excellent — it aims at offering the ink jet printer which can measure the amount of ink with a sufficient precision by using law.

[0006]

[Means for Solving the Problem] QCM currently indicated by the following, for example, JP,4-369459,A, — the contents of law are explained. This QCM method is one of the measuring methods of minute mass based on resonance frequency detection of a quartz resonator, and when a device under test adheres to a quartz resonator, the phenomenon in which resonance frequency changes is used for it.

[0007] When mass change Δm [g] arises to the thickness direction of a quartz resonator, change ΔF [of resonance frequency] F [Hz] becomes like following (1).

$\Delta F = -F_0^2 \Delta m / N \rho A$ — (1)

However, F_0 : Fundamental frequency [Hz]

N: Vibration frequency constant [Hzcm]

A: Electrode surface product [cm²]

ρ : The consistency of Xtal [g/cm³]

[0008] And it is set to $\Delta F = -2.2596 \times 10^8 \times \Delta m$ when the quartz resonator which is $F_0 = 10$ [MHz] is used, since it is $N = 167$ [kHzcm] and $\rho = 2.65$ [g/cm³] when a quartz resonator is an AT cut quartz resonator (the include angle of a plate surface and the Z-axis is cut in 15 minutes 35 degrees).

Therefore, the mass detection sensitivity of the AT cut quartz resonator of 10 [MHz] is set to 4.4 [ng/cm² Hz], and presents high mass detection sensitivity.

[0009] Moreover, fundamental frequency F_0 Between thickness [of [MHz] and a vibrator plate] t [mm], when the constant decided in the cut side of vibrator is set to K [MHzmm], relation like following (2) is materialized. Here, a constant K is a value shown in the following table 1 according to a cut side, respectively.

$F_0 = K/t$ — (2)

[0010]

[Table 1]

[0011] The relation of the above (2) to fundamental frequency F_0 It responds, and thickness [of an AT cut plate] t [mm] is called for as shown in the following table 2.

[0012]

[Table 2]

[0013] The case where the quartz resonator in the QCM method is used as the overtone quartz resonator which mechanical higher-harmonic-wave vibration (it abbreviates to an overtone hereafter) tends to generate is explained. As this overtone quartz resonator, what vapor-deposited the electrode of chromium/gold (thickness 500 [**]) is used for both sides of the AT cut quartz plate of a diameter 9 [mm] and thickness 0.083 [mm], for example. In addition, the electrode surface product A in this case is 0.1256 [cm²].

[0014] For example, when the 9th overtone oscillation (overtone oscillation) is made to perform, this overtone quartz resonator can obtain 180 [MHz] as an oscillation frequency. In overtone Xtal vibration, the degree m ($= 3, 5, 7, \dots, 2n+1$ (n is the natural number)) of constant K [MHzmm] decided in thickness [of a quartz-resonator plate] t [mm] and the cut side of a quartz resonator and an overtone oscillation is used, and it is the oscillation vibration frequency F_0 . [MHz] becomes like following (3).

$F_0 = K/(t-m) \text{ --- (3)}$

[0015] Here, since a golden consistency is 19.3 [g/cm³] when the thickness monitor of 5[MHz] fundamental-wave vibration is put side by side and golden thickness sets vacuum evaporatio no area to 8.04 [mm²] by 50 [**], the mass (deltam) of the vapor-deposited gold serves as 780ng(s). Under the present circumstances, as for change of a frequency, the 181.005830 [MHz] and vacuum evaporatio no back is set to 180.735832 [MHz] by vacuum evaporatio no before, and frequency change part ΔF becomes -270008[Hz]. Therefore, mass detection sensitivity is set to 0.023 [ng/cm² Hz].

[0016] In the ink jet printer equipped with the head which spouts ink, the ink jet printer concerning this invention is characterized by having a detection means to detect change of the resonance frequency produced in said vibrator, when ink adheres to the vibrator which adheres to the ink which blew off from said head, and this vibrating vibrator.

[0017] As mentioned above, the QCM method is the technique in which mass detection sensitivity was very excellent. So, in this invention, the amount of ink is measured with a sufficient precision using this QCM method. If it is in the ink jet printer of this invention, change of the resonance frequency of the vibrator produced when ink adheres to vibrator is detected, and the amount of jet of ink is measured based on the detection result. Therefore, compared with the conventional impact sensors, such as optical, a piezo-electric formula, an electrostatic formula, etc. which measures the pressure of an ink droplet, the amount of ink is measured to high sensitivity and high degree of accuracy.

[0018] It is characterized by the number of the ink in which said vibrator adheres to the ink jet printer concerning this invention in the above-mentioned configuration being [two or more].

[0019] If it is in the ink jet printer of this invention, while the ink droplet on vibrator is large and change, i.e., an ink droplet, is expanded, it becomes the uniform ink film by adhesion of two or more drops of ink. Consequently, highly precise measurement of the amount of ink is attained.

[0020] The ink jet printer concerning this invention is characterized by vibration of said vibrator being

vibration accompanying the oscillation with fundamental frequency in the above-mentioned configuration.
[0021] If it is in the ink jet printer of this invention, by the oscillation with fundamental frequency (primary oscillation mode), stability and the vibrational state of high reliance are acquired, and the detection precision of the amount of ink improves.

[0022] The ink jet printer concerning this invention is characterized by vibration of said trembler being vibration accompanying an overtone oscillation in the above-mentioned configuration.

[0023] While several times as many detection sensitivity as this is obtained compared with a basic oscillation in order to vibrate vibrator by overtone oscillation if it is in the ink jet printer of this invention, the mechanical strength of vibrator improves.

[0024] The ink jet printer concerning this invention is characterized by having the dividing means which carries out dividing of the resonance frequency in said vibrator in the above-mentioned configuration.

[0025] If it is in the ink jet printer of this invention, after carrying out dividing of the output of vibrator, the period (frequency) is measured and the amount of ink is measured with high resolution.

[0026] The ink jet printer concerning this invention is characterized by covering with the insulating film the near field where it adheres to the ink of said vibrator in the above-mentioned configuration.

[0027] If it is in the ink jet printer of this invention, the field of the vibrator which adheres to ink is covered with the insulating film which uses parylene etc. as main ingredients, especially surface leakage nature is high, and since it excels in insulation, there is no fear of degradation in ink.

[0028] The ink jet printer concerning this invention is characterized by arranging said vibrator horizontally in the above-mentioned configuration.

[0029] Since vibrator is horizontally arranged if it is in the ink jet printer of this invention although distribution of ink inclines caudad with a self-weight when a detection side is perpendicular, it becomes a uniform self-weight and an ink droplet becomes the uniform ink film.

[0030]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation is mentioned and this invention is concretely explained based on a drawing. Drawing 1 and drawing 2 are the sectional view of the ink jet printer concerning the gestalt of operation of this invention, and a perspective view.

[0031] As shown in drawing 1, the ink jet printer 1 is equipped with the feed section 2, the separation section 3, the conveyance section 4, the printing section 5, the discharge section 6, the ink detector 18, and the control section 30. The feed section 2 has the medium tray 7 and the pickup roller (not shown), in case it prints, it achieves the function which supplies Sheet P, and in case it does not print, it achieves the function to keep Sheet P.

[0032] It has the separation section 3, the ***** roller 8, and the decollator 9, and the function to send at a time one sheet P supplied from the feed section 2 to the conveyance section 4 is achieved. With the decollator 9, it is set up so that friction with a pad part (contact part with Sheet P) and Sheet P may become larger than friction between Sheets P and P, and with the feed roller 8, it is set up so that friction with the feed roller 8 and Sheet P may become larger than friction with a pad part (contact part with Sheet P), and Sheet P, and friction between Sheets P and P. Therefore, even when the sheets P and P of two sheets are supplied to the separation section 3, with the feed roller 8, it separates into one sheet at a time, and the upper sheet P can be sent to the conveyance section 4.

[0033] The conveyance section 4 has a guide plate 10 and roller pair 11, and achieves the function to convey the sheet P sent from the separation section 3 to the printing section 5. The printing section 5 has a recording head 12, a platen 13, carriage 14, and the guide shaft 15, and achieves the function which prints to the sheet P conveyed from the conveyance section 4. A recording head 12 forms an image by blasting of the ink to Sheet P. A platen 13 functions as a base of Sheet P at the time of printing, and carriage 14 carries a recording head 12 and shows carriage 14 to the guide shaft 15 (refer to drawing 2). the roller pair of the conveyance section 4 — in case 11 conveys Sheet P between a recording head 12 and a platen 13, it adjusts conveyance of Sheet P so that the ink from a recording head 12 may be sprayed on the suitable location of Sheet P.

[0034] The discharge section 6 has the discharge roller 16, the discharge tray 17, and the ink dryer part (not shown), and achieves the function which discharges the sheet P with which printing was performed out of an ink jet printer 1.

[0035] The ink detector 18 is arranged at the end section outside an image field (left end section of drawing 2), the carriage 14 which carries a recording head 12 moves to the left end section on the occasion of measurement processing of the amount of ink, and the ink jet side and the ink detector 18 of a recording head 12 counter.

[0036] Drawing 3 and drawing 4 are the sectional views and plans showing the configuration of this ink detector 18. The ink detector 18 has the AT cut quartz resonator 23 (the include angle of a plate surface and the Z-axis is cut in 15 minutes 35 degrees) constituted by both sides of plate Xtal 21 by vapor-depositing the aluminum (aluminum) electrodes 22 and 22, and ink droplet A which blew off from the recording head 12 adheres to this quartz resonator 23. After the near aluminum electrode 22 to which ink droplet A adheres is formed of the vapor growth in a room temperature, it is covered with the parylene coat 24 which consists a front face of parylene (the poly PARAKI silylene) which performed hydrophilization processing with plasma ion. Moreover, the periphery edge of the top face of the parylene coat 24 is covered with the side face of the inferior surface of tongue of a quartz resonator 23, a quartz resonator 23, and the parylene coat 24, and the list by the resin fluoride film 25 which consists of Teflon (trademark).

[0037] Parylene is an ingredient with high hydrophilic property and insulation, and, on the other hand, Teflon is an ingredient with high water repellence. Therefore, although (a) and ink droplet A spread quickly on the parylene coat 24 when ink droplet A adheres as shown in drawing 5, by the resin fluoride film 25 of (b) and its periphery edge, ink droplet A can dam up breadth and the ink film B is formed (c). Moreover, when making two or more ink droplet A adhere, since the amount of ink increases, breadth and the ink film of uniform thickness are obtained easily [ink] throughout the parylene coat 24. In this invention, in this way, since the insulating parylene coat 24 which performed hydrophilization processing for the front face with plasma ion is formed and it was made to make two or more ink droplets adhere, it is stabilized and the ink film which has uniform thickness can be formed. Consequently, the accuracy of measurement of the amount of ink by the QCM method mentioned later becomes high.

[0038] Drawing 6 is drawing showing the configuration of a control section 30 and its circumference circuit. A control section 30 has the interface section 31, the image-processing section 32, memory 33, the drive-system control section 34, and the amount calculation section 35 of ink. The interface section 31 exchanges the signal between external instruments, such as a computer, and the image-processing section 32, the drive-system control section 34 and the amount calculation section 35 of ink. The image-processing section 32 performs an image processing based on the image information inputted through the interface section 31. Memory 33 stores the processed image data. Moreover, the image-processing section 32 is connected to the head drive circuit 41 which controls the drive of a recording head 12.

[0039] the carriage drive circuit 42 which controls actuation of the carriage motor 45 for the drive-system control section 34 to drive carriage 14, and the feed roller 8 and a roller pair — it connects with the form conveyance drive circuit 43 which controls actuation of the form conveyance motor 46 for driving members for form conveyance, such as 11 and the discharge roller 16, and migration of carriage 14, conveyance of Form P, etc. are controlled.

[0040] While controlling the oscillation of the quartz resonator 23 of the ink detector 18, the amount detection control circuit 44 of ink which detects the oscillation frequency of a quartz resonator 23 as a signal is connected to the amount calculation section 35 of ink. The amount calculation section 35 of ink computes the amount of the ink which blows off from a recording head 12 based on the variation of the oscillation frequency of the quartz resonator 23 according to the coating weight of ink detected in the amount detection control circuit 44 of ink.

[0041] An example of the configuration of the amount detection control circuit 44 of ink is shown in

drawing 7 . The amount detection control circuit 44 of ink contains the CMOS inverter, and is a capacitor C1 and C2 to the both ends (both aluminum electrode 22) of a quartz resonator 23. Mind, an electrical potential difference is made to impress and the oscillation frequency from a quartz resonator 23 is outputted as a signal.

[0042] Printing actuation with the ink jet printer 1 of this invention which makes such a configuration is explained. From external instruments (not shown), such as a computer, the printing demand based on image information is inputted into an ink jet printer 1 through the interface section 31. Reception of a printing demand supplies the sheet P on a medium tray 7 to the separation section 3 from the feed section 2 with a pickup roller. With the feed roller 8, the supplied sheet P passes the separation section 3, and is sent to the conveyance section 4. then, a roller pair — Sheet P is conveyed by 11 between a recording head 12 and a platen 13.

[0043] And corresponding to image information, ink is sprayed on the sheet P on a platen 13 from the nozzle of a recording head 12. Under the present circumstances, Sheet P stops on a platen 13. While ink is sprayed, carriage 14 is guided at the guide shaft 15, covers a main scanning direction D2 (refer to drawing 2), and is scanned by one line. As for Sheet P, termination of printing for one line moves only the width of face for one line in the direction D1 (refer to drawing 2) of vertical scanning on a platen 13. In the printing section 5, printing to the whole surface of Sheet P is made by repeating such processing. And the sheet P which printing completed is discharged by the discharge tray 17 as printed matter with the discharge roller 16 through an ink dryer part.

[0044] Next, the actuation which measures the amount of the ink which is the description part of this invention is explained. First, before making ink blow off from a recording head 12, beforehand, the quartz resonator 23 of the ink detector 18 is oscillated in the amount detection control circuit 44 of ink, the oscillation frequency is detected, and it considers as initial value. Then, only the count of predetermined makes an ink droplet blow off from a recording head 12 to the ink detector 18, and the oscillation frequency of a quartz resonator 23 is detected. In the amount calculation section 35 of ink, the variation of an oscillation frequency according to the difference of this detection value and said initial value, i.e., the coating weight of ink, is calculated, and the amount of jet of actual ink is computed from the calculated variation.

[0045] When an ink droplet adheres to a quartz resonator 23 explains how many oscillation frequencies (resonance frequency) from a quartz resonator 23 change, and the numerical example of the coating weight of the ink to a quartz resonator 23, and the variation of the oscillation frequency in a quartz resonator 23 that is..

[0046] For example, it sets to the ink jet printer 1 of 600DPI (dot pitch 42.3 [μm]), and they are one drop of ink of 16 [pL:pico liter], or four drops of ink of each 4 [pL] 2 (42.3×10^{-4} [cm]) When it is made to adhere to the quartz resonator 23 which has area, thickness [of the ink film generated] t [cm] becomes like following (4).

$$t = 16 \times 10^{-9} [\text{cm}^3] / (42.3 \times 10^{-4} [\text{cm}])^2 = 8.94 \times 10^{-4} [\text{cm}] \text{ --- (4)}$$

[0047] When setting the consistency of ink to 1 [g/cm³], and mass detection sensitivity is 4.4 [ng/cm² Hz] and it prints throughout sheet P, a quartz resonator 23 adheres to the ink of per 8.94×10^{-4} 1[cm²] [g]. Therefore, change ΔF_0 of an oscillation frequency It becomes like following (5).

[0048] for example, $1.3[\text{cm}] \times 0.2[\text{cm}] =$ — the electrode which has the area of 0.26 [cm²] — setting — ink 1 — [— change ΔF_0 of the oscillation frequency of per pL] the following — it becomes as shown in (6).

$$\begin{aligned} \Delta F_0 &= \{1 \times 10^{-9} [\text{g}] / 0.26 [\text{cm}^2]\} / 4.4 \times 10^{-9} [\text{g/cm}^2 \text{ Hz}] \\ &= 0.874 [\text{Hz}] \text{ --- (6)} \end{aligned}$$

[0049] therefore — 100 drops of ink whose one drop is 4 [pL] — change ΔF of an oscillation frequency — $0 = 350 (= 0.874 \times 4 \times 100)$ [Hz] — becoming — $\Delta F_0 / F$ — change of $0 = 350$ [Hz] / 10 [MHz] $= 35$ [ppm] will be caused.

[0050] Thus, compared with impact sensors, such as conventional optical, piezo-electric formula, electrostatic formula, etc. which he is trying to measure the mass of the ink which blew off based on change of the oscillation frequency of a quartz resonator in this invention, and measures the pressure of an ink droplet, it is possible to measure the amount of ink with high sensitivity and high degree of accuracy.

[0051] Drawing 8 shows other examples of the configuration of the amount detection control circuit 44 of ink. The amount detection control circuit 44 of ink has two oscillator circuits 51 and 52 for oscillating two quartz resonators 23 and 23, respectively, the counting-down circuit 53 constituted by putting 20 steps of 1/2 counting-down circuits in a row, and the counting circuit 54 which carries out counting of the frequency. When the oscillation frequency of a quartz resonator 23 is 10 [MHz], the output after dividing in a counting-down circuit 53 is set to 9.5 [Hz] ($= 10$ [MHz] / 220).

[0052] If the time amount conversion of 9.5 [Hz] are carried out, it will be set to 104.85 [ms] and ink [whose one drop is 4 [pL] / 100 drops of] time amount change ΔT will become like following (7). Therefore, even if it uses the clock signal of 10 [MHz], the mass of ink can be measured with sufficient resolution.

$$\begin{aligned} \Delta T &= 104.85 [\text{ms}] \times 35 [\text{ppm}] \\ &= 3.67 [\mu\text{s}] \text{ -- (7)} \end{aligned}$$

[0053] Moreover, in this invention, the overtone quartz resonator in which an overtone oscillation is possible can be used as a quartz resonator 23. The example of a configuration of the amount detection control circuit 44 of ink in such a case is shown in drawing 9 and drawing 10. The example of drawing 9 is an overtone circuit using LC tank circuit which combined the coil and the capacitor, and the example of drawing 10 is the overtone circuit constituted only from resistance and a capacitor.

[0054] When an ink droplet adheres to such an overtone quartz resonator explains how many oscillation frequencies (resonance frequency) from an overtone quartz resonator change, and the numerical example of the coating weight of the ink to an overtone quartz resonator, and the variation of the oscillation frequency in an overtone quartz resonator that is..

[0055] For example, it is the 3 times as many overtone oscillation 30 [MHz] as this, and when mass detection sensitivity is 0.49 [ng/cm² Hz], the change ΔF_0 of the oscillation frequency of per ink 1 [pL] becomes like following (8).

$$\begin{aligned} \Delta F_0 &= \{1 \times 10^{-9} [\text{g}] / 0.26 [\text{cm}^2]\} / 0.49 \times 10^{-9} [\text{g/cm}^2 \text{ Hz}] \\ &= 7.85 [\text{Hz}] \text{ -- (8)} \end{aligned}$$

[0056] therefore — 100 drops of ink whose one drop is 4 [pL] — change ΔF of an oscillation frequency — $0 = 3.14 (= 7.85 \times 4 \times 100)$ [kHz] — becoming — $\Delta F_0 / F$ — change of $0 = 3.14$ [kHz] / 30 [MHz] $= 104.67$ [ppm] will be caused.

[0057] Thus, in the example of a configuration using an overtone quartz resonator, while several times as many detection sensitivity as this is obtained compared with the case of a basic oscillation, the mechanical strength of a quartz resonator improves.

[0058]

[Effect of the Invention] it explained in full detail above — as — this invention — QCM — the conventional impact sensors, such as optical, a piezo-electric formula, an electrostatic formula, etc. which measures the pressure of an ink droplet since law is used, change of the resonance frequency of the vibrator produced when ink adheres to vibrator is detected and the amount of jet of ink was measured based on the detection result, — comparing — high sensitivity — and the amount of ink can be measured with high precision. Moreover, it can also perform detecting a defect nozzle with a sufficient precision from the measurement result of the amount of ink.

[0059] In this invention, since it was made to make two or more drops of ink adhere, while the ink

droplet on vibrator is large and change, i.e., an ink droplet, is expanded, the uniform ink film can be formed, and highly precise measurement can be performed.

[0060] In this invention, since it is considered as the oscillation with fundamental frequency (primary oscillation mode), stability and the oscillation condition of high reliance can be acquired, and the accuracy of measurement of the amount of ink can be improved.

[0061] In this invention, since it was made to vibrate vibrator by overtone oscillation, while several times as many detection sensitivity as this is obtained compared with a basic oscillation, the mechanical strength of vibrator can be improved.

[0062] In this invention, since the period (frequency) was measured after carrying out dividing of the output of vibrator, measurement with high resolution is attained.

[0063] In this invention, since the field of the vibrator which adheres to ink was covered by insulating film, such as parylene which performed hydrophilization processing if needed, especially leakage nature is high, and is excellent in insulation, and degradation in ink can be prevented.

[0064] In this invention, since vibrator was arranged horizontally, it can become a uniform self-weight, the uniform ink film can be formed, and the accuracy of measurement can be improved.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view of the ink jet printer of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective view of the ink jet printer of this invention.

[Drawing 3] It is the sectional view showing the configuration of an ink detector.

[Drawing 4] It is the plan showing the configuration of an ink detector.

[Drawing 5] It is drawing showing the adhesion condition of an ink droplet.

[Drawing 6] It is drawing showing the configuration of a control section and its circumference circuit.

[Drawing 7] It is drawing showing an example of the configuration of the amount detection control circuit of ink.

[Drawing 8] It is drawing showing other examples of the configuration of the amount detection control circuit of ink.

[Drawing 9] It is drawing showing the example of further others of the configuration of the amount detection control circuit of ink.

[Drawing 10] It is drawing showing the example of further others of the configuration of the amount detection control circuit of ink.

[Description of Notations]

1 Ink Jet Printer

5 Printing Section

12 Recording Head

18 Ink Detector
23 Quartz Resonator
24 Parylene Coat
35 The Amount Calculation Section of Ink
44 The Amount Detection Control Circuit of Ink
51 52 Oscillator circuit
53 Counting-down Circuit
54 Counting Circuit

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-305831

(P2003-305831A)

(43) 公開日 平成15年10月28日 (2003. 10. 28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームコード* (参考)

B 4 1 J 2/01

G 0 1 G 3/16

2 C 0 5 6

// G 0 1 G 3/16

17/00

Z

17/00

B 4 1 J 3/04

1 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2002-112536 (P2002-112536)

(22) 出願日 平成14年4月15日 (2002. 4. 15)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 梅谷 佳伸

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(72) 発明者 石井 洋

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100078868

弁理士 河野 登夫 (外 1 名)

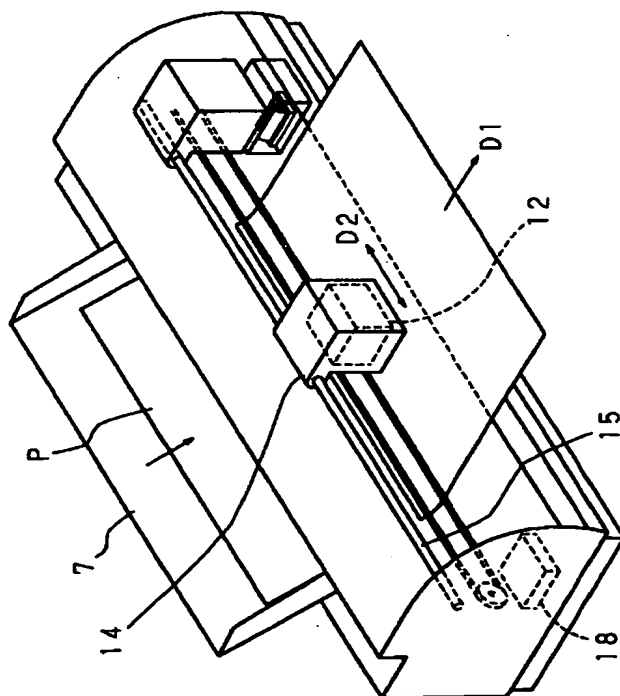
Fターム(参考) 2C056 EB29 KD10

(54) 【発明の名称】 インクジェットプリンタ

(57) 【要約】

【課題】 質量検出感度が非常に優れている水晶振動子マイクロバランス (QCM) 法を利用して、インクの質量を精度良く測定できるインクジェットプリンタを提供する。

【解決手段】 画像領域外的一端部に配置されたインク滴量検出器 18 は、水晶板の両面に A1 電極を蒸着して構成される AT カット水晶振動子を有しており、キャリッジ 14 に搭載された記録ヘッド 12 から噴出されたインクがこの水晶振動子に付着する。インクの付着に伴って水晶振動子に生じる共振周波数の変化を検出し、その検出結果に基づいて記録ヘッド 12 から噴出されるインクの質量を測定する。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 インクを噴出するヘッドを備えたインクジェットプリンタにおいて、前記ヘッドから噴出したインクが付着される振動子と、振動する該振動子にインクが付着した場合に前記振動子に生じる共振周波数の変化を検出する検出手段とを備えることを特徴とするインクジェットプリンタ。

【請求項2】 前記振動子に付着されるインクは複数滴であることを特徴とする請求項1に記載のインクジェットプリンタ。

【請求項3】 前記振動子の振動は、基本周波数での共振に伴う振動であることを特徴とする請求項1または2に記載のインクジェットプリンタ。

【請求項4】 前記振動子の振動は、オーバートーン共振に伴う振動であることを特徴とする請求項1または2に記載のインクジェットプリンタ。

【請求項5】 前記振動子における共振周波数を分周する分周手段を備えることを特徴とする請求項1～4の何れかに記載のインクジェットプリンタ。

【請求項6】 前記振動子のインクが付着される側の面は絶縁性の膜に覆われていることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載のインクジェットプリンタ。

【請求項7】 前記振動子が水平に配置されていることを特徴とする請求項1～6の何れかに記載のインクジェットプリンタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録ヘッドから噴出するインクによって印刷媒体上に画像を形成するインクジェットプリンタに関し、特に、記録ヘッドから噴出されるインクの量を高精度に測定するインクジェットプリンタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】インクジェットプリンタは、低コスト、高印字品質、カラー印字能力などの種々の利点を有しており、オフィスだけでなくパーソナルコンピュータの普及に伴って一般家庭にも広く普及している。このインクジェットプリンタでは、電子的に記録ヘッドに送信されるコマンドに応じて記録ヘッドのノズルから制御可能に噴出されるインクを印刷媒体上に付着させることによって印刷画像を形成している。

【0003】品質が高い印字を実現するためには、この記録ヘッドのノズルから常に一定量のインクを印刷時に噴出させる必要がある。しかしながら、このノズルは微細な口径となっているため、塵などがノズルに詰まって、インクを全く噴出しなかったり、不正確な量のインク滴を噴出したりする場合がある。このような不具合を防止するために、特開2001-105586号公報では、インク滴の飛翔状態を検出するセンサを設けたり、または、インク滴の圧力を測定する光学式・圧電式・静

2

電式などのインパクトセンサを設けたりして、記録ヘッドのインク噴出能力を決定し、その能力に応じてインク量を制御するプリントマスクを設けるようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記公報の技術によると、インク噴出能力を決定する際に、光学式のセンサであれば、印刷媒体上にテストパターンを印刷する必要があつて、印刷媒体の浪費につながる。また、静電式・圧電式のセンサは、非常に微弱な信号によってインク滴の圧力を測定するために、S/N比が悪くなって、精度良くインクの量を測定することができないという問題がある。

【0005】本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、質量検出感度が非常に優れている水晶振動子マイクロバランス（以下、QCM (Quartz Crystal Microbalance) と略す）法を用いることによって、インクの量を精度良く測定できるインクジェットプリンタを提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】以下、例えば、特開平4-369459号公報に開示されているQCM法の内容について説明する。このQCM法は、水晶振動子の共振周波数検出に基づく微小な質量の測定方法の1つであり、水晶振動子に被測定物が付着することによって共振周波数が変化するという現象を利用している。

【0007】水晶振動子の厚さ方向に対して質量変化 Δm [g]が生じた場合、共振周波数の変化 ΔF [Hz]は、下記(1)のようになる。

$$\Delta F = -F_0^2 \cdot \Delta m / N \rho A \quad \dots (1)$$

但し、 F_0 ：基本振動数 [Hz]

N ：振動数定数 [Hz cm]

A ：電極面積 [cm²]

ρ ：水晶の密度 [g/cm³]

【0008】そして、水晶振動子がATカット水晶振動子（板面とZ軸との角度を35度15分で切断）である場合、 $N=167$ [kHz cm]、 $\rho=2.65$ [g/cm³]であるため、 $F_0=10$ [MHz]である水晶振動子を用いた場合、 $\Delta F=-2.2596 \times 10^8 \times \Delta m$ となる。従って、10 [MHz]のATカット水晶振動子の質量検出感度は4.4 [ng/cm² Hz]となり、高い質量検出感度を呈する。

【0009】また、基本振動数 F_0 [MHz]と振動子板の厚さ t [mm]との間には、振動子のカット面で決まる定数を K [MHz mm]とした場合に、下記(2)のような関係が成立する。ここで、定数 K は、カット面に応じて夫々下記表1に示す値である。

$$F_0 = K / t \quad \dots (2)$$

【0010】

【表1】

50

(3)

3

4

表 1

カット	AT	BT	CT	DT	X	Y
K [MHz mm]	1.660	2.560	3.080	2.070	2.970	1.980

【0011】上記(2)の関係から、基本振動数 F_0 に応じてATカット板の厚さ t [mm] が下記表2のように求められる。

【0012】

【表2】

表 2

基本振動数 F_0 [MHz]	10	20	30
厚さ t [mm]	0.166	0.083	0.055

【0013】QCM法における水晶振動子を、機械的高調波振動（以下、オーバートーンと略す）が発生し易いオーバートーン水晶振動子とする場合について説明する。このオーバートーン水晶振動子としては、例えば直径9 [mm]、厚さ0.083 [mm] のATカット水晶板の両面にクロム/金（厚さ500 [Å]）の電極を蒸着したものをを用いる。なお、この場合の電極面積 A は0.1256 [cm²]である。

【0014】例えば9次高調波発振（オーバートーン発振）を行わせた場合に、このオーバートーン水晶振動子は発振周波数として180 [MHz]を得ることができる。オーバートーン水晶振動では、水晶振動子板の厚さ t [mm]、水晶振動子のカット面で決まる定数 K [MHz mm] 及びオーバートーン発振の次数 m ($=3, 5, 7, \dots, 2n+1$ (n は自然数))を用いて、発振振動数 F_0 [MHz]は下記(3)のようになる。

$$F_0 = K / (t \cdot m) \quad \dots (3)$$

【0015】ここで、5 [MHz] 基本波振動の膜厚モニタを併置して、金の膜厚が50 [Å]で蒸着面積を8.04 [mm²]とした場合、金の密度は19.3 [g/cm³]であるので、蒸着された金の質量 (Δm) は780 ngとなる。この際、周波数の変化は、蒸着前が181.005830 [MHz]、蒸着後が180.735832 [MHz]となり、周波数変化分 ΔF は-270008 [Hz]となる。従って、質量検出感度は、0.023 [ng/cm² Hz]となる。

【0016】本発明に係るインクジェットプリンタは、インクを噴出するヘッドを備えたインクジェットプリンタにおいて、前記ヘッドから噴出したインクが付着される振動子と、振動する該振動子にインクが付着した場合に前記振動子に生じる共振周波数の変化を検出する検出手段とを備えることを特徴とする。

【0017】上述したように、QCM法は、質量検出感度が非常に優れた手法である。そこで、本発明では、こ

のQCM法を利用して、精度良くインクの量を測定する。本発明のインクジェットプリンタにあっては、インクが振動子に付着することによって生じるその振動子の共振振動数の変化を検出し、その検出結果に基づいてインクの噴出量を測定する。よって、インク滴の圧力を測定する光学式・圧電式・静電式などの従来のインパクトセンサに比べて、高感度かつ高精度にインクの量を測定する。

【0018】本発明に係るインクジェットプリンタは、上記構成において、前記振動子に付着されるインクは複数滴であることを特徴とする。

【0019】本発明のインクジェットプリンタにあっては、複数滴のインクの付着により、振動子上のインク滴が大きく変化、即ち、インク滴が拡大すると共に均一なインク膜となる。この結果、インクの量の高精度の測定が可能となる。

【0020】本発明に係るインクジェットプリンタは、上記構成において、前記振動子の振動は、基本周波数での発振に伴う振動であることを特徴とする。

【0021】本発明のインクジェットプリンタにあっては、基本周波数（1次発振モード）での発振によって安定かつ高信頼の振動状態が得られて、インク量の検出精度が向上する。

【0022】本発明に係るインクジェットプリンタは、上記構成において、前記振動子の振動は、オーバートーン発振に伴う振動であることを特徴とする。

【0023】本発明のインクジェットプリンタにあっては、オーバートーン発振により振動子を振動させるため、基本発振に比べて数倍の検出感度が得られると共に、振動子の機械的強度が向上する。

【0024】本発明に係るインクジェットプリンタは、上記構成において、前記振動子における共振周波数を分周する分周手段を備えることを特徴とする。

【0025】本発明のインクジェットプリンタにあっては、振動子の出力を分周した後に、その周期（周波数）を測定しており、高い分解能でインクの量を測定する。

【0026】本発明に係るインクジェットプリンタは、上記構成において、前記振動子のインクが付着される側の面は絶縁性の膜に覆われていることを特徴とする。

【0027】本発明のインクジェットプリンタにあっては、インクが付着される振動子の面がバリレンなどを主要な材料とする絶縁性の膜に覆われており、特に表面の漏れ性が高く、かつ絶縁性に優れているため、インクによる劣化の虞がない。

【0028】本発明に係るインクジェットプリンタは、

(4)

5

上記構成において、前記振動子が水平に配置されていることを特徴とする。

【0029】検出面が鉛直である場合、自重によりインクの分布が下方に偏るが、本発明のインクジェットプリンタにあっては、振動子が水平に配置されているため、均一な自重となってインク滴は均一なインク膜になる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を挙げて本発明を図面に基づいて具体的に説明する。図1、図2は、本発明の実施の形態に係るインクジェットプリンタの断面図、斜視図である。

【0031】図1に示すように、インクジェットプリンタ1は、給紙部2と、分離部3と、搬送部4と、印刷部5と、排出部6と、インク検出器18と、制御部30とを備えている。給紙部2は、給紙トレイ7及びピックアップローラ（図示せず）を有しており、印刷を行う際にシートPを供給する機能を果たし、印刷を行わない際にはシートPを保管する機能を果たす。

【0032】分離部3、は給紙ローラ8及び分離装置9を有しており、給紙部2から供給されるシートPを、1枚ずつ搬送部4へ送る機能を果たす。分離装置9では、パッド部分（シートPとの接触部分）とシートPとの摩擦が、シートP、P間の摩擦より大きくなるように設定されており、給紙ローラ8では、給紙ローラ8とシートPとの摩擦が、パッド部分（シートPとの接触部分）とシートPとの摩擦及びシートP、P間の摩擦より大きくなるように設定されている。従って、2枚のシートP、Pが分離部3に供給された場合でも、給紙ローラ8によって1枚ずつに分離されて、上側のシートPのみを搬送部4へ送ることができる。

【0033】搬送部4は、ガイド板10及びローラ対11を有しており、分離部3から送られるシートPを、印刷部5へ搬送する機能を果たす。印刷部5は、記録ヘッド12、プラテン13、キャリッジ14及びガイドシャフト15を有しており、搬送部4から搬送されるシートPへ印刷を行う機能を果たす。記録ヘッド12はシートPへのインクの吹き付けによって画像を形成する。プラテン13は印刷時にシートPの台として機能し、キャリッジ14は記録ヘッド12を搭載し、ガイドシャフト15はキャリッジ14を案内する（図2参照）。搬送部4のローラ対11は、シートPを記録ヘッド12とプラテン13との間に搬送する際に、記録ヘッド12からのインクがシートPの適切な位置に吹き付けられるようにシートPの搬送を調整する。

【0034】排出部6は、排出ローラ16、排出トレイ17及びインク乾燥部（図示せず）を有しており、印刷が行われたシートPをインクジェットプリンタ1の外へ排出する機能を果たす。

【0035】インク検出器18は、画像領域外的一端部（図2の左端部）に配置されており、インク量の測定処

6

理に際しては、記録ヘッド12を搭載するキャリッジ14が左端部に移動して、記録ヘッド12のインク噴出面とインク検出器18とが対向する。

【0036】図3、図4は、このインク検出器18の構成を示す断面図、上面図である。インク検出器18は、板水晶21の両面にA1（アルミニウム）電極22、22を蒸着して構成されるATカット水晶振動子23（板面とZ軸との角度を35度15分で切断）を有しており、この水晶振動子23に記録ヘッド12から噴出されたインク滴Aが付着する。インク滴Aが付着する側のA1電極22は、室温における気相成長によって形成された後、表面をプラズマイオンで親水化処理を施したバリレン（ポリバラキシリレン）からなるバリレン被膜24で覆われている。また、水晶振動子23の下面、水晶振動子23及びバリレン被膜24の側面、並びに、バリレン被膜24の上面の外周縁部は、例えばテフロン（登録商標）からなるフッ化樹脂膜25で覆われている。

【0037】バリレンは親水性・絶縁性が高い材料であり、一方、テフロンは撥水性が高い材料である。よって、図5に示すように、インク滴Aが付着した場合（a）、インク滴Aはバリレン被膜24上に迅速に広がるが（b）、その外周縁部のフッ化樹脂膜25にてインク滴Aは広がりやをせき止められてインク膜Bが形成される（c）。また、複数のインク滴Aを付着させる場合には、インクの量が増えるのでインクがバリレン被膜24の全域に容易に広がり、均一な厚さのインク膜が得られる。本発明ではこのように、表面をプラズマイオンで親水化処理を施した絶縁性のバリレン被膜24を設け、また、複数のインク滴を付着させるようにしたので、均一な厚さを有するインク膜を安定して形成できる。この結果、後述するQCM法によるインク量の測定精度が高くなる。

【0038】図6は、制御部30とその周辺回路との構成を示す図である。制御部30は、インタフェース部31と、画像処理部32と、メモリ33と、駆動系制御部34と、インク量算出部35とを有する。インタフェース部31は、コンピュータなどの外部機器と、画像処理部32、駆動系制御部34及びインク量算出部35との間での信号のやりとりを行う。画像処理部32は、インタフェース部31を介して入力される画像情報に基づいて画像処理を行う。メモリ33は処理された画像データを格納する。また、画像処理部32は、記録ヘッド12の駆動を制御するヘッド駆動回路41に接続されている。

【0039】駆動系制御部34は、キャリッジ14を駆動するためのキャリッジモータ45の動作を制御するキャリッジ駆動回路42と、給紙ローラ8、ローラ対11、排出ローラ16などの用紙搬送用部材を駆動するための用紙搬送モータ46の動作を制御する用紙搬送駆動回路43とに接続されており、キャリッジ14の移動、

(5)

用紙Pの搬送などを制御する。

【0040】インク検出器18の水晶振動子23の発振を制御すると共に、水晶振動子23の発振周波数を信号として検出するインク量検出制御回路44が、インク量算出部35に接続されている。インク量算出部35は、インク量検出制御回路44にて検出される、インクの付着量に応じた水晶振動子23の発振周波数の変化量に基づいて、記録ヘッド12から噴出されるインクの量を算出する。

【0041】図7に、インク量検出制御回路44の構成の一例を示す。インク量検出制御回路44は、CMOSインバータを含んでおり、水晶振動子23の両端（両A1電極22）にコンデンサC₁、C₂を介して電圧を印加させ、水晶振動子23からの発振周波数を信号として出力するようになっている。

【0042】このような構成をなす本発明のインクジェットプリンタ1での印刷動作について説明する。コンピュータなどの外部機器（図示せず）から、画像情報に基づく印刷要求がインタフェース部31を介してインクジェットプリンタ1に入力される。印刷要求を受信すると、給紙トレイ7上のシートPが、ピックアップローラによって給紙部2から分離部3に供給される。供給されたシートPは、給紙ローラ8によって分離部3を通過して、搬送部4へ送られる。その後、ローラ対11によって、シートPは記録ヘッド12とブラテン13との間へ搬送される。

【0043】そして、記録ヘッド12のノズルからブラテン13上のシートPへ、画像情報に対応してインクが吹き付けられる。この際、シートPはブラテン13上で一旦停止される。インクが吹き付けられながら、キャリア14はガイドシャフト15に案内されて、主走査方

$$t = 16 \times 10^{-9} [\text{cm}^3] / (42.3 \times 10^{-4} [\text{cm}])^2 \\ = 8.94 \times 10^{-4} [\text{cm}] \quad \dots (4)$$

【0047】インクの密度を1 [g/cm³]として、質量検出感度が4.4 [ng/cm² Hz]である場合、シートP全域に印字を行うときには、1 [cm²]あたり8.94 × 10⁻⁴ [g]のインクが水晶振動子23に付着される。よって、発振周波数の変化ΔF₀は、下記(5)のようになる。

$$\Delta F_0 = 8.94 \times 10^{-4} [\text{g/cm}^2] / \\ 4.4 \times 10^{-9} [\text{g/cm}^2 \text{ Hz}] \\ = 203 [\text{kHz}] \quad \dots (5)$$

【0048】例えば、1.3 [cm] × 0.2 [cm] ※

$$\Delta F_0 = \{1 \times 10^{-9} [\text{g}] / 0.26 [\text{cm}^2]\} / \\ 4.4 \times 10^{-9} [\text{g/cm}^2 \text{ Hz}] \\ = 0.874 [\text{Hz}] \quad \dots (6)$$

【0049】従って、1滴が4 [pL]であるインク100滴では、発振周波数の変化ΔF₀ = 350 (= 0.874 × 4 × 100) [Hz]となり、ΔF₀ / F₀ = 350 [Hz] / 10 [MHz] = 35 [ppm]の変

8

* 向D2（図2参照）に亘って1ライン分走査される。1ライン分の印刷が終了すると、シートPはブラテン13上で副走査方向D1（図2参照）に1ライン分の幅だけ移動される。印刷部5において、このような処理を繰り返すことにより、シートPの全面への印刷がなされる。そして、印刷が完了したシートPは、インク乾燥部を経て、排出ローラ16により排出トレイ17に印刷物として排出される。

【0044】次に、本発明の特徴部分であるインクの量を測定する動作について説明する。まず、記録ヘッド12からインクを噴出させる前に、予め、インク量検出制御回路44にてインク検出器18の水晶振動子23を発振させてその発振周波数を検出して初期値としておく。その後、記録ヘッド12からインク滴を所定回数だけインク検出器18に噴出させて、水晶振動子23の発振周波数を検出する。インク量算出部35にて、この検出値と前記初期値との差、つまりインクの付着量に応じた発振周波数の変化量を求め、求めた変化量から、実際のインクの噴出量を算出する。

【0045】水晶振動子23にインク滴が付着することによって、水晶振動子23からの発振周波数（共振周波数）がどの程度変化するかについて、つまり、水晶振動子23へのインクの付着量と水晶振動子23での発振周波数の変化量との数値例について説明する。

【0046】例えば、600 DPI（ドットピッチ42.3 [μm]）のインクジェットプリンタ1において、16 [pL：ピコリットル]の1滴のインク、または各4 [pL]の4滴のインクを、(42.3 × 10⁻⁴ [cm])²の面積を有する水晶振動子23に付着させた場合、生成されるインク膜の厚さt [cm]は、下記(4)のようになる。

※ = 0.26 [cm²]の面積を有する電極において、インク1 [pL]あたりの発振周波数の変化ΔF₀は、下記(6)のようになる。

化を起こすことになる。

【0050】このように、本発明では、水晶振動子の発振周波数の変化に基づいて噴出されたインクの質量を測定するようにしており、インク滴の圧力を測定する従来

(6)

9

の光学式・圧電式・静電式などのインパクトセンサに比べて、高感度かつ高精度にてインクの量を測定することが可能である。

【0051】図8は、インク量検出制御回路44の構成の他の例を示す。インク量検出制御回路44は、2つの水晶振動子23、23を夫々発振させるための2つの発振回路51、52と、1/2分周器を20段連ねて構成される分周器53と、周波数を計数する計数回路54とを有している。水晶振動子23の発振周波数が10 [MHz] である場合、分周器53での分周後の出力は9.5 [Hz] (=10 [MHz] / 2²⁰) となる。

【0052】9.5 [Hz] を時間換算すると、104.85 [ms] となり、1滴が4 [pL] であるインク100滴での時間変化ΔTは、下記(7)のようになる。よって、10 [MHz] のクロック信号を用いても、十分な分解能にてインクの質量を測定することができる。

$$\Delta T = 104.85 \text{ [ms]} \times 35 \text{ [ppm]} \\ = 3.67 \text{ [\mu s]} \quad \dots (7)$$

$$\Delta F_0 = \{1 \times 10^{-9} \text{ [g]} / 0.26 \text{ [cm}^2\text{]}\} / \\ 0.49 \times 10^{-9} \text{ [g/cm}^2\text{ Hz]} \\ = 7.85 \text{ [Hz]} \quad \dots (8)$$

【0056】従って、1滴が4 [pL] であるインク100滴では、発振周波数の変化ΔF₀ = 3.14 (=7.85 × 4 × 100) [kHz] となり、ΔF₀ / F₀ = 3.14 [kHz] / 30 [MHz] = 104.67 [ppm] の変化を起こすことになる。

【0057】このように、オーバートーン水晶振動子を用いた構成例では、基本発振の場合と比べて、数倍の検出感度が得られると共に、水晶振動子の機械的強度が向上する。

【0058】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明では、QCM法を利用し、インクが振動子に付着することによって生じる振動子の共振振動数の変化を検出し、その検出結果に基づいてインクの噴出量を測定するようにしたので、インク滴の圧力を測定する光学式・圧電式・静電式などの従来のインパクトセンサに比べて、高感度かつ高精度にインクの量を測定することができる。また、そのインク量の測定結果から、不良ノズルを検知することも精度良く行える。

【0059】本発明では、複数滴のインクを付着させるようにしたので、振動子上のインク滴が大きく変化、即ち、インク滴が拡大すると共に均一なインク膜を形成することができて、高精度の測定を行える。

【0060】本発明では、基本周波数(1次発振モード)での発振としたので、安定かつ高信頼の発振状態を得ることができて、インク量の測定精度を向上できる。

【0061】本発明では、オーバートーン発振により振動子を振動させるようにしたので、基本発振に比べて数

10

* 【0053】また、本発明では、水晶振動子23として、オーバートーン発振が可能なオーバートーン水晶振動子を使用することができる。このような場合のインク量検出制御回路44の構成例を図9、図10に示す。図9の例は、コイルとコンデンサとを組み合わせたLCタンク回路を利用したオーバートーン回路であり、図10の例は、抵抗、コンデンサのみで構成したオーバートーン回路である。

【0054】このようなオーバートーン水晶振動子にインク滴が付着することによって、オーバートーン水晶振動子からの発振周波数(共振周波数)がどの程度変化するかについて、つまり、オーバートーン水晶振動子へのインクの付着量とオーバートーン水晶振動子での発振周波数の変化量との数値例について説明する。

【0055】例えば、3倍のオーバートーン発振30 [MHz] であって、質量検出感度が0.49 [ng/cm² Hz] である場合、インク1 [pL] あたりの発振周波数の変化ΔF₀ は、下記(8)のようになる。

倍の検出感度が得られると共に、振動子の機械的強度を向上できる。

【0062】本発明では、振動子の出力を分周した後にその周期(周波数)を測定するようにしたので、高い分解能での測定が可能となる。

【0063】本発明では、インクが付着される振動子の面を必要に応じて親水化処理を施したバリレンなどの絶縁性の膜で覆うようにしたので、特に漏れ性が高く、かつ絶縁性に優れており、インクによる劣化を防止できる。

【0064】本発明では、振動子を水平に配置するようにしたので、均一な自重となって均一なインク膜を形成することができて、測定精度を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のインクジェットプリンタの断面図である。

【図2】本発明のインクジェットプリンタの斜視図である。

【図3】インク検出器の構成を示す断面図である。

【図4】インク検出器の構成を示す上面図である。

【図5】インク滴の付着状態を示す図である。

【図6】制御部とその周辺回路との構成を示す図である。

【図7】インク量検出制御回路の構成の一例を示す図である。

【図8】インク量検出制御回路の構成の他の例を示す図である。

【図9】インク量検出制御回路の構成の更に他の例を示

(7)

11

12

す図である。

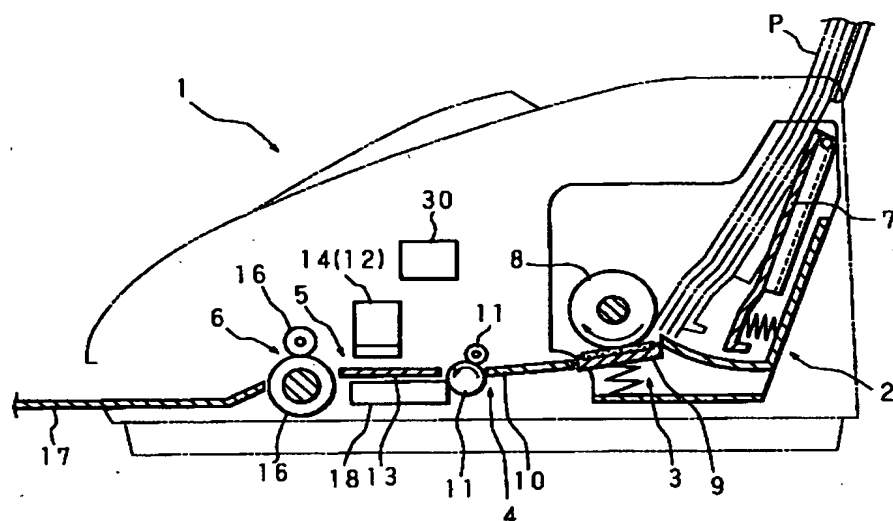
【図10】インク量検出制御回路の構成の更に他の例を示す図である。

【符号の説明】

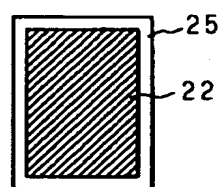
- 1 インクジェットプリンタ
5 印刷部
12 記録ヘッド
18 インク検出器

- 23 水晶振動子
24 パリレン被膜
35 インク量算出部
44 インク量検出制御回路
51, 52 発振回路
53 分周器
54 計数回路

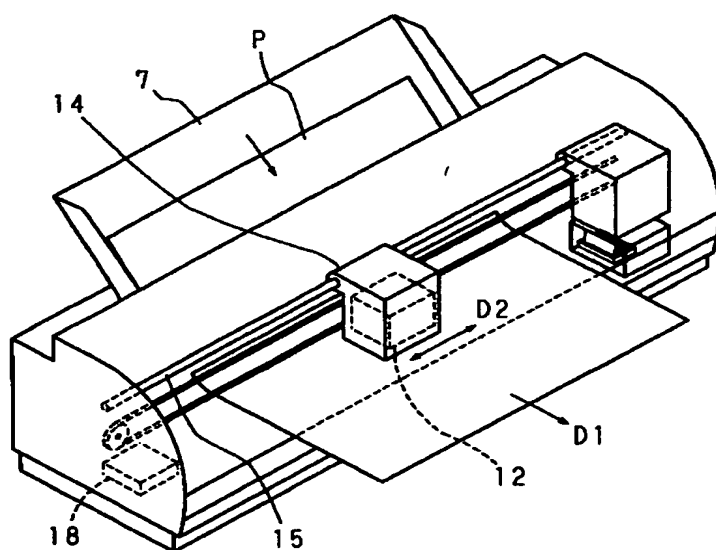
【図1】



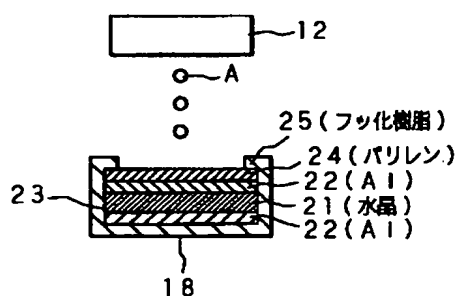
【図4】



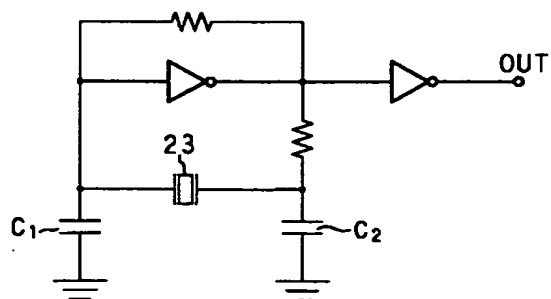
【図2】



【図3】

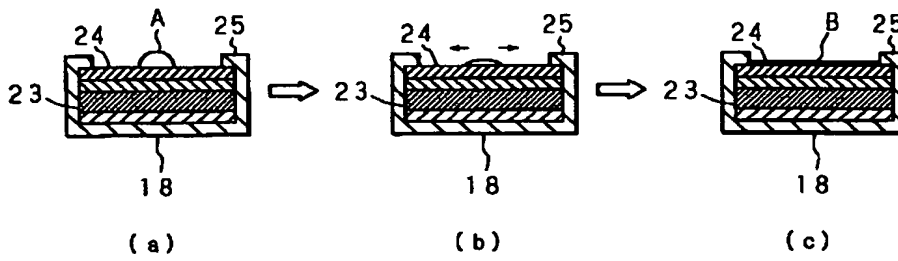


【図7】

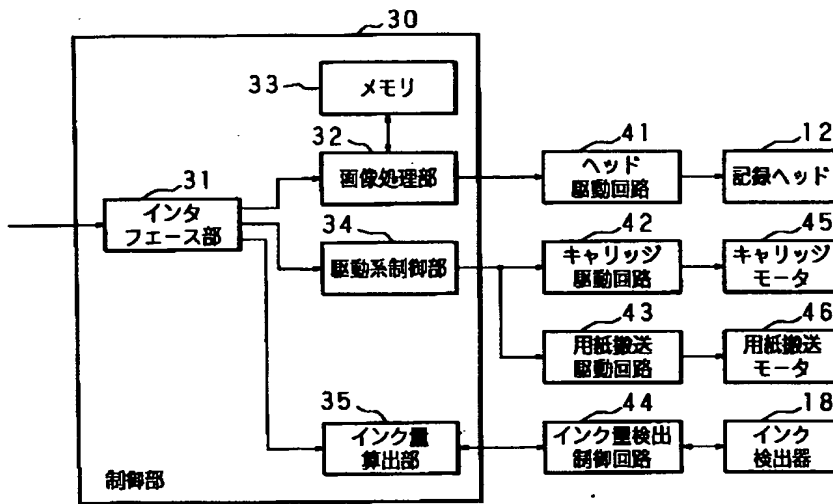


(8)

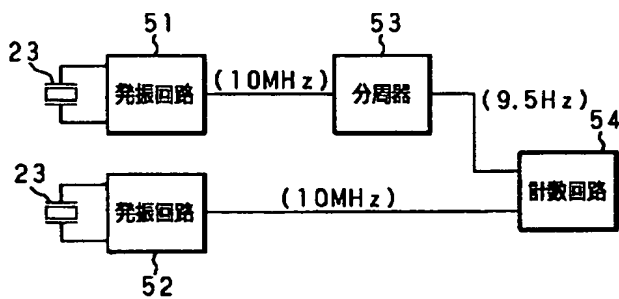
【図5】



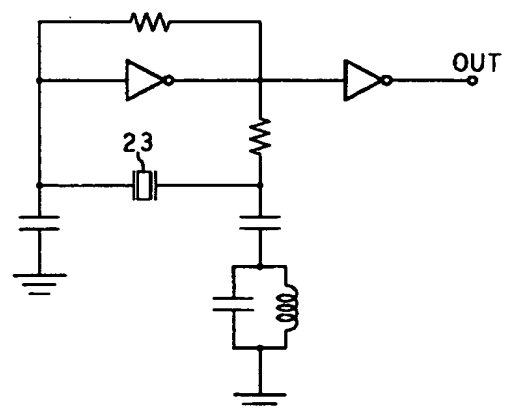
【図6】



【図8】

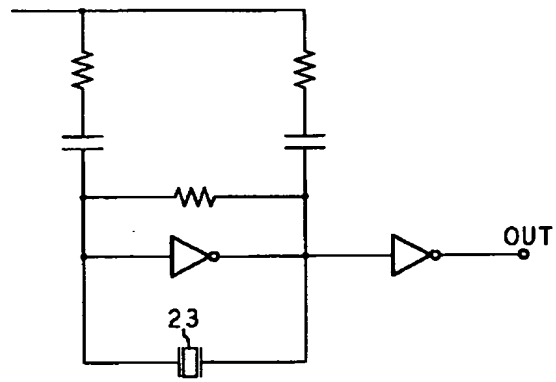


【図9】



(9)

【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.